Aus der Medizinischen Universitäts-Klinik Rostock
Direktor: Professor Dr. Hans Curschmann.

Über respiratorischen Grundumsatz und spezifisch-dynamische Eiweißwirkung bei Greisen.

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Hans-Joachim Krüger.

ROSTOCK
Druck von Winterbergs Buchdruckerei
1932.

Referent: Professor Dr. Hans Curschmann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Das Problem des Alterns hat begreiflicherweise von jeher die Menschheit beschäftigt, besonders unter dem Wunsche, seiner schicksalhaften Notwendigkeit zu entgehen. Jeder Einzelne und jede Gemeinschaft muß zu ihm Stellung nehmen; in den Mythologien und Religionen aller Völker tritt die Frage nach Überwindung der Vergänglichkeit ebenso sehr in den Vordergrund, wie in den Vorstellungen naturwissenschaftlicher Art. So haben auch alle damit verknüpften Gedankengänge bei der engen Beziehung zwischen rein menschlichen und medizinischen Interessen früh Eingang in ärztliches Denken und Handeln gefunden.

Besonders in unserer Zeit, deren Statistiken über Bevölkerungsaufbau uns ein gewaltiges Ansteigen der Prozentzahl alter Leute in den Kulturstaaten zeigt*), ist dem Arzte die Beschäftigung mit den physiologischen und pathologischen besonderen Erscheinungen am alternden Menschen immer mehr zur Notwendigkeit geworden. Stieg doch allein in der kurzen Zeit von 1870 bis 1925 die Dauer der durchschnittlichen Lebenserwartung von 35 auf 57, also um volle 22 Jahre. Demgegenüber glaubt die maßgebende Forschung festgestellt zu haben, daß in vor- und nachchristlichen Jahrhunderten die Mehrzahl aller Todesfälle in der Zeit zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr erfolgte und der Tod im Greisenalter eine Seltenheit war. Vergegenwärtigt man sich, wieviel menschlicher Nachwuchs allein durch Säuglingssterblichkeit und Volksseuchen dahingerafft wurde, so wird die durch die Fortschritte der Medizin, Hygiene und Kultur erreichte Erhöhung des durchschnittlichen Lebensalters verständlicher, als sie zuerst scheinen mag. Ob diese »Überalterung« unserer und anderer Völker zu begrüßen oder zu bedauern ist, darf den Arzt zunächst nicht kümmern.

H. Schlesinger weist in seinem Buch über Alterskrankheiten auf die Möglichkeit hin, daß in Zukunft ebenso wie Kinder-, Frauenkrankheiten u. a. auch die Alterskrankheiten ein Spezialgebiet medizinischer Wissenschaft und Ausbildung darstellen werden. Mit dem Begriff des Greisenalters verbindet sich im allgemeinen die Vorstellung über Vorgänge, die darin bestehen, dass der Mensch

*) Z. B. Von den auf der Insel Hiddensee im Jahre 1931 verstorbenen 16 Personen waren 8 über 60, 5 über 70 und 3 über 90 Jahre alt.

abmagert, »gebrechlich« wird, mehrere Merkmale von Abnutzungserscheinungen, Nachlassen der Spannkraft geistiger und körperlicher Funktionen bietet. Trotz dieses in seiner Gesamtheit hinreichend bekannten Bildes stößt es auf Schwierigkeiten, im einzelnen objektive Merkmale festzustellen. So sind denn bei der Frage nach dem eigentlichen Wesen des Alterns, dessen Ermittelung erst den Schlüssel zu dem großen Problem liefern kann, vielerlei Anschauungen laut geworden, die unter dem Einfluß herrschender wissenschaftlicher Grundanschauungen bezw. neuentdeckter Forschungsgebiete die Vorgänge des Alters von dieser oder jener Seite ursächlich zu ergründen trachten.

Manche sehen als Wesen des Alterns die Abnutzung der Körpergewebe als notwendige Folge der Lebensvorgänge, mangelnden Ersatz verbrauchter Substanz, zunehmende Schwierigkeit der anatomischen und funktionellen Restitution ohne eigentliche krankhafte Erscheinungen. Also ein Überwiegen der Involution über die Evolution, wobei der Zeitpunkt des Sieges der Involution nach dem Kampfe zwischen beiden (= Klimakterium) gleichzeitig der Beginn des Alters ist (Hutchinson und Geist).

Die früher viel geäußerte Ansicht, das Alter selbst sei eine Krankheit, bedarf wohl kaum einer Diskussion, da man sich längst klar geworden ist, daß das physiologische Altern des Menschen nichts anderes ist, wie das Hinschwinden aller lebendigen Substanz als naturgewollte Wandlung bezw. Reaktion auf Schäden aller Art (Hans Curschmann). Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß das höhere Alter des Menschen infolge komplizierter äußerer und innerer Lebensfaktoren vielfachen Insulten ausgesetzt ist, die das Greisenalter mit teilweise echt krankhaften Prozessen modifizieren können.

Bei der Frage nach der Ursache der Senescenz liegt es gewiss am nächsten, die Erschöpfung der Keimdrüsentätigkeit mit dem Alter in causalen Zusammenhang zu bringen. So sah von Hansemann in der Atrophie der Genitaldrüse und der Elimination des Keimplasmas die Ursache des Alters; Brown-Sequard wurde durch die gleiche Vorstellung veranlasst, im Alter sich selbst Testikelsaft zu injizieren und somit die Grundlage der Organotherapie zu schaffen. Auch die von Steinach, Harms u. a. gemachten Versuche mit Transplantation von Keimdrüsensubstanz an Mensch und Tier zeigten Erfolge und stützten wesentlich diese Anschauung.

Es erscheint jedoch unzweckmäßig, die Betrachtung der Genitaldrüsenfunktion bezüglich unseres Problems aus dem engen Zusammenhang der gesamten endokrinen Erscheinungen herauszulösen, deren starke gegenseitige Beeinflussung wir immer wieder sehen. Dementsprechend haben alle in Frage kommenden Autoren, besonders die Stoffwechselforscher, in diesem Zusammenhang ihr Augenmerk auch auf andere endokrine Drüsen gerichtet.

Horsley war der erste, der die speziell im Alter auftretenden Veränderungen der Haut, besonders die Vermehrung des Bindegewebes, in Parallele gesetzt hat zu den entsprechenden Befunden bei Fällen von Schilddrüsen-Insuffizienz. »Bedenkt man, daß diese Parallele noch erweitert werden kann, wenn man die Herabsetzung des Stoffwechsels, die Neigung zu Untertemperaturen, das Nachlassen der Sexualfunktion, das Ausfallen der Zähne, die Abstumpfung der Affekte u. a. berücksichtigt, so mag der Gedanke Vermehrens zunächst etwas Bestechliches haben, der das Alter überhaupt mit einem chronischen Myxoedem vergleicht.« (Zondek.) Dieselbe Anschauung wurde auch von Ewald und Lorand vertreten.

Trotz zahlreicher Übereinstimmung der Symptome spricht doch mancherlei gegen diese Gleichsetzung: das für das Greisenalter typische Ergrauen der Haare fehlt fast immer beim Myxoedem; ebenso die dem Senium eigene Atrophie des Intestinaltractes (vorwiegende Neigung der Myxoedemkranken zu Obstipation, der Greise zu Diarrhoen). Auch die Herabsetzung der Erregbarkeit des Sympathikus und Parasympathikus durch physiologische und pharmakologische Reize fehlt bei den Greisen. (Hans Curschmann.)

Besonders aber die von H. Zondek angeführte Senkung des Grundumsatzes dürfte nach neueren Erfahrungen eher gegen als für seine These sprechen. Denn eine beim Myxoedem fast immer vorkommende Herabsetzung des Stoffwechsels von — 30 bis — 70 % wurde, wie später noch gezeigt werden soll, im physiologischen Senium von keinem Stoffwechselforscher festgestellt. Ebenso ist nach den von G. Deusch an der Rostocker Klinik aufgestellten Versuchen das Verhalten der Viskosität und Eiweißkonzentration des Blutserums, des Eiweiß- und Kohlehydratstoffwechsels bei Greisen und Hypothyreosen in keiner Weise übereinstimmend.

Bei der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Alterserscheinungen und Drüsenfunktion kommen die von H. Zondek erwähnten Autoren Ewald und Lorand zu der Feststellung, daß unter den Funktionen, durch die das Alter beeinflußt wird, als leicht objektiv feststellbare eine Änderung des Grundumsatzes, wie er sich im Gaswechsel darstellt, eintritt. Von dieser Stoffwechseländerung ausgehend, konnten die Autoren zeigen, daß bei einer Reihe von Männern, die die verschiedensten Altersbeschwerden mit sexueller Insuffizienz aufwiesen, 3—4 Wochen nach erfolgter Unterbindung des Vas deferens eine Steigerung des Grundumsatzes um 20—30 % auftrat, »d. h. in einem Maße, in dem der Umsatz voraussichtlich im Alter gesunken war«. Auch wurde ein Wiederaufleben sämtlicher Lebensfunktionen, insbesondere der Libido sexualis, festgestellt.

Im Zusammenhang mit der hier später angeführten Besprechung der von ihnen festgestellten Stoffwechselsenkung im Greisenalter und deren individuell verschiedenem Beginn sprechen auch Zuntz und Loewy sich für die Wahrscheinlichkeit eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen dem Erlöschen der Sexualfunktion und dem Beginn der Alterserscheinungen aus. Nach Kastration sahen sie im Tierversuch eine Stoffwechselsenkung um 15 %.

Ähnlich geartete Versuche von Plaut und Timm über den Einfluß der Keimdrüsenfunktion auf den Stoffwechsel ergaben bei einem Teil der Untersuchten nach Kastration eine Stoffwechselsenkung um 10—16 %, andererseits jedoch keine Beeinflussung des Grundumsatzes. Die Verfasser kommen zu dem Schluß, daß die Keimdrüsen keinen direkten Einfluß auf den Stoffwechsel haben, dagegen aber die Schilddrüse beeinflussen, und sie nehmen an, daß hinsichtlich dieser Wechselbeziehung das Ovar auf die Schilddrüse, als die Beherrscherin des Gesamtstoffwechsels, anregend einwirkt, und daß bei Aufhören dieser Einwirkung die Schilddrüsenfunktion eine Zeit notleidet.

Wichtig erscheint hierbei bezüglich des vorliegenden Themas die hier auftauchende Einschränkung »eine Zeit«, die auch von anderen gemacht wurde.

So machten Loewenstein und Schwartz bei der Untersuchung über endokrine Hodenfunktion und Grundumsatz folgende Feststellung: Bei einer Anzahl von Männern, die wegen Impotenz, Praesenilismus und Eunuchoidismus mit Unterbindung oder Phenoli-

sierung des Samenstranges, Hodendiathermie etc. behandelt wurden, trat eine Steigerung des Grundumsatzes in den Fällen auf, die nach dieser Behandlung ein Wiederaufleben oder Ansteigen ihrer Sexualfunktion zu verzeichnen hatten. Nun aber stellte sich heraus, daß bei anfänglicher Erhöhung des Grundumsatzes infolge künstlicher Steigerung der Keimdrüsentätigkeit die Forscher nach Verlauf mehrerer Wochen eine Rückkehr der Grundumsatzwerte zur vorherigen Höhe feststellten.

Besonders Veröffentlichungen der neueren Zeit lassen uns den ursprünglich so verlockenden und einleuchtenden Gedanken an den engen Zusammenhang zwischen Geschlechtsdrüsenfunktion und Senescenz hinfällig erscheinen. So stellte Grafe fest, daß das Fehlen oder die Unterfunktion der Keimdrüsen nur ausnahmsweise zu einem Absinken der Verbrennungsvorgänge führt. Auch Hans Curschmann weist auf die Tatsache des normalen Grundumsatzes bei den meisten Keimdrüseninsuffizienzen hin und berichtet in Übereinstimmung mit Zuntz an Hand größeren Materials, daß bei Frauen sowohl mit physiologischer wie mit operativer Klimax der Gaswechsel keine eindeutige Veränderung erleidet. Und an anderer Stelle wird auf die Tatsache des häufigen Fehlens von Alterserscheinungen bei Eunuchen hingewiesen und umgekehrt auf das Vorhandensein zeugungsfähigen Spermas bei 65—75jährigen Männern, die sonst alle physiologischen Zeichen des Seniums zeigen.

Die zahlreichen Gegenargumente der bisher angeführten Alterstheorien sind einem Teil ihrer Verfechter schon früh mehr oder weniger bewußt geworden, und sie haben daher auch den Einfluß anderer Drüsen auf das Alter in den Kreis ihrer Betrachtungen gezogen. So wies Lorand neben der Schilddrüse auch auf andere Blutdrüsen hin. Auch von anderen Autoren wurde das Alter als »pluriglanduläre Insuffizienz« aufgefaßt. Die Anschauung, das Senium sei durch mangelhafte Blutneubildung verursacht, kann durch die Feststellung als erledigt gelten, daß sich nach größeren Aderlässen bei Greisen deren Haemoptoese als durchaus normal und ausreichend erwies (Schlesinger, Hirsch, Rudolf Stahl). Die von verschiedener Seite aufgetauchte Vermutung, ursächliche Beziehungen zwischen Veränderungen von Hypophyse, Nebennieren, Epithelkörper, Pankreas und Alterserscheinungen annehmen zu dürfen, entbehrt vorläufig noch stichhaltiger Beweise. Außerdem ist man bei dieser wie bei manchen anderen Thesen sehr im Zweifel, ob sie nicht vielmehr nur in

symptomatischer als in tatsächlich kausaler Hinsicht Aufschluß über das Problem der Altersgenese gibt. Dies gilt z. B. von der Arteriosklerose, die gerade unter diesem Gesichtspunkt Gegenstand des Interesses war. Da sie heute wohl vorwiegend zu den Erkrankungen des höheren Lebensalters gerechnet wird, fällt sie für die vorliegende Betrachtung nicht ins Gewicht. Auch die Lehre des Pariser Biologen Metschnikoff dürfte in diesem Zusammenhang zu erwähnen sein. Nach ihm sind die Erscheinungen des Alters durch eine chronische Autointoxikation bedingt, die durch mangelhafte Unschädlichmachung giftiger Zerfallsprodukte im Darm zustande kommen sollte. Diese Ptomaine, die vom Vollkräftigen zunächst noch überwunden werden, sollen allmählich zum Altern führen. Als Beweis von geringer Stichhaltigkeit wurde die Langlebigkeit bulgarischer Hirten angeführt, die durch dauernden Genuß von Yoghurt infolge der darin enthaltenen Keime die Entstehung besagter Darmgifte verhindern sollten. Diese Theorie entbehrt glaubhafter Beweise und wurde von maßgebenden Autoren abgelehnt (Naunym, Schlesinger).

Andere Forscher suchten den Schlüssel zur Frage der Altersgenese in Veränderung des Nervensystems. Besonders gilt dies für die Funktionen des Hirns und der vegetativen Nerven, der »Lebensnerven« L. R. Müllers. Die zuerst von Mühlmann und Ribbert aufgestellten Theorien sehen den Grund des Alterns in Degenerationsvorgängen der Nervenzellen im Gehirn und Rückenmark. Daran anschließend entstand die Auffassung, daß Störungen im Gebiet derjenigen Hirnregionen maßgebend seien, die als Sitz für die Regulierung des Stoffwechsels, des vegetativen Apparates, der Haltung und Bewegung etc. angesehen werden: der subthalamische Teil des Zwischenhirns, Medulla oblongata und Corpus striatum. Auch der innige Zusammenhang zwischen diesen und psychischen Vorgängen eröffnet verlockende Perspektiven. Doch fehlen für die diesbezüglichen — theoretisch interessanten — Anschauungen greifbare anatomische Unterlagen.

In diesem Zusammenhang sind die Ergebnisse einer 1929 erschienenen Arbeit von Grafe wertvoll, dem es zum ersten Mal gelang, experimentell im Tierversuch eine Beeinflussung des Stoffwechselzentrums durchzuführen. Dabei wurde durch Injektion von 1—2 Tropfen einer nekrotisierenden Flüssigkeit eine genau lokalisierte kleine Schädigung im mittleren oder hinteren Zwischenhirn gesetzt, wonach bei Gelingen des schwierigen Versuchs in

jedem Falle eine Anderung des Gesamtstoffwechsels bei den Versuchstieren erfolgte. Und zwar ausnahmslos im Sinne einer z. T. sehr erheblichen und dauernden Herabsetzung, die maximal bis 36 % betrug. Nachhaltige Störungen der Wärmeregulation erfolgten nicht. Auch der Eiweißumsatz war mit Ausnahme eines Falles nicht gestört. Die Dauer der Stoffwechselsenkung war fast durchweg sehr lange, bis zu 100 Tagen.

Betrachtet man diese Tatsachen unter dem Gesichtspunkte des Altersproblems, so erhält die neurogene Anschauung der Genese des Seniums einige Wahrscheinlichkeit, wenn man vergleichsweise sieht, daß die Herabsetzung des Stoffwechsels im geschilderten Versuch ungefähr jener entspricht, die viele Autoren im Greisenalter feststellten; ferner, daß diese Herabsetzung bei beiden eine dauernde ist (im Gegensatz zu der nach Kastration!); und schließlich, daß die spezifisch-dynamische Wirkung bei beiden unverändert bleibt (bei Greisen jedenfalls nach manchen Autoren). Jedoch ist — abgesehen von der Unzuständigkeit dieser Arbeit — bei der zu geringen Erforschung dieses subtilen Gebietes noch keine klare Stellungnahme möglich.

Auch ist die Frage noch nicht zu beantworten, ob das Alter als eine Folge von Veränderungen des Stoffwechsels anzusprechen ist, oder ob nicht vielmehr das Verhalten des Umsatzes primär durch das Altwerden des Organismus bedingt wird. Jedenfalls steht soviel fest — und das geht auch daraus hervor, daß fast alle mit dem Altersproblem beschäftigten Autoren die Gaswechseluntersuchung irgendwie heranzogen —, daß die Untersuchung des Stoffwechsels für unser Problem doppelten Wert hat: einmal gestattet diese Methode, einer großen Zahl all jener Komponenten gerecht zu werden, deren Herausgreifen und Für-sich-untersuchen bezüglich der Altersgrenze wenig Brauchbares liefern konnte. Und weiter besonders deshalb, weil uns dies Verfahren den überragenden Vorteil bietet, greifbare Werte in Maß und Zahl zu ermitteln und somit objektive Feststellungen zu machen.

Die Frage nach dem Beginn des Greisenalters kann nicht allgemeingültig auf einen bestimmten Lebenszeitpunkt festgesetzt werden. Wenn auch die Einteilung des menschlichen Lebens durch Hippokrates, der das 14., das 43. (Höhepunkt) und das 64. Lebensjahr (Beginn des Greisenalters) als Wendemarken bezeichnet, bei einem großen Teil aller Menschen wohl ungefähr zutrifft, daß bei dem einen schon um das 50. Jahr Alters-

erscheinungen auftreten, während ein anderer noch mit 70 im Vollbesitz körperlicher und geistiger Spannkraft steht. Die Vielgestalt alles Lebendigen läßt auch hier keine mathematisch-genaue Schematisierung zu. Much wies vor kurzem in einem Aufsatz über Konstitution auf die individuellen Variationsmöglichkeiten der menschlichen Natur gerade inbezug auf das Altersproblem hin. Die Ursachen dieser Verschiedenheiten liegen in vererbten Anlagen einerseits und Umwelteinflüssen andererseits. Bekannt ist das frühe Altern mancher Rassen (z. B. australischer Stämme) oder die auffällige Langlebigkeit mancher Familien. Zum andern sind äußeres »Schicksal«, wie geistige oder körperliche Arbeit, Leben in primitiven oder gutsituierten Verhältnissen, Stadt- oder Landleben u. a. m. von maßgebendem Einfluß nicht nur auf den Beginn, sondern auch auf die Art der Alterserscheinungen.

Die im Folgenden angeführten Stoffwechseluntersuchungen sind unter Berücksichtigung dieser Tatsachen an Personen beiderlei Geschlechts aus mittleren und unteren Klassen und jenseits des 70. Lebensjahres angestellt.

Die Stoffwechselforschung hat als einen der wesentlichsten Faktoren des normalen Ruhe-Umsatzes neben Gewicht, Körper-Länge und -Oberfläche etc. den Einfluß des Lebensalters erkannt. Hoesslin kommt an einer Stelle zu dem Ergebnis, daß der Einfluß des Alters auf die Höhe des Grundumsatzes den des Ernährungszustandes und der mittleren Arbeitshöhe übertrifft. Diese Tatsachen, die besonders im Wachstumsalter deutlich hervortreten, führten zu zahlreichen Untersuchungen in allen Lebensaltern. So haben Tigerstedt, Magnus-Levy u. a. zuerst gezeigt, daß Kinder und Jugendliche einen verhältnismäßig hohen Gaswechsel haben. »Über den hohen Ruhestoffwechsel der Jugendlichen besteht kein Zweifel, ebensowenig über den sehr niedrigen der Greise. Der geringe Nahrungsbedarf alter, nicht arbeitender Pfründerer ist von jeher aufgefallen.« (Kestner.) In diesem Zusammenhang sind von zahlreichen Forschern mit steigender Genauigkeit zahlreiche Personen in verschiedenen Altersstufen auf ihren Grundumsatz untersucht und danach die allgemein anerkannten Normalzahlen von Harris und Benedikt aufgestellt worden, die sich aus einer Grundzahl für Gewicht und einer zweiten Zahl für Alter und Größe zusammensetzen.

Während nun für die meisten Altersabschnitte diese normalen Werte immer wieder nachuntersucht und verfeinert wurden, finden

wir über die Stoffwechselwerte im höheren Alter verhältnismäßig wenige Angaben. Es sollen nun im Folgenden die von verschiedenen Forschern gefundenen Werte für den Stoffwechsel im Greisenalter angeführt und dann die Ergebnisse der an der hiesigen Klinik ausgeführten Untersuchungen mitgeteilt werden. Die Verwertung älterer Ergebnisse bietet insofern Schwierigkeiten, als sie z. T. auf (für heutige Anforderungen) unzulänglichen Methoden basieren und die Methoden selbst bei den Einzelnen ganz verschieden sind. Immerhin ist der Vergleich zwischen den Werten des höheren und mittleren Alters möglich, auf den es im wesentlichen ankommt.

Tigerstedt untersuchte den Stoffwechsel inbezug auf Kalorien pro Quadratmeter Körperoberfläche, getrennt nach Geschlechtern, einmal an Personen mittleren Alters, andererseits an solchen höheren Alters, und stellte bei den Greisen eine nicht unerhebliche Verminderung des Umsatzes fest: während die CO_2-Abgabe in Gramm bei Männern im Alter von 22—56 Jahren pro m^2 Körperoberfläche (K. O.) und Stunde 11,16 betrug, war sie bei Greisen im Alter von 70—77 nur 9,18. Für die weiblichen Individuen findet er für das Alter zwischen 17 und 40 Jahren 11,75, für die Greisinnen zwischen 71 und 86 9,79 g CO_2-Abgabe. Darnach ergibt sich vergleichsweise bei den alten Männern eine Prozentzahl von 82,2, bei den alten Frauen eine solche von 84,1 der Werte, die er bei den mittelalten Personen fand.

Wenn wir auch heute die alleinige Untersuchung der CO_2-Ausscheidung als nicht ausreichend für eine Beurteilung des Stoffwechsels ansehen müssen, so befindet sich Tigerstedt doch mit diesen Ergebnissen in weitgehender Übereinstimmung mit anderen Autoren.

So kommt auch Ekholt zu ähnlichen Ergebnissen. Er berechnete als Maßstab den Kalorienverbrauch pro m^2 K. O. und fand als Durchschnittswert bei 10 Versuchspersonen männlichen Geschlechts im Alter von 68—81 Jahren 902 Kalorien und bei einer Reihe von Männern im mittleren Lebensalter 1071 Kalorien. Umgerechnet also eine Prozentzahl von 84,2 bei den Greisen.

Andere Physiologen, wie W. Trendelenburg, Höber, Zuntz u. a. berichten nur über die Tatsache, daß der Grundumsatz im Greisenalter etwa 80 % des Wertes ergibt, der im mittleren Lebensalter beobachtet wurde, ohne zum Teil nähere Versuche anzugeben.

Eine Erweiterung der Untersuchungsgrößen bringt Nagel, der sowohl die abgegebene Kohlensäure als auch den verbrauchten Sauerstoff bestimmt. Er stellt folgende Zahlenwerte auf:

I. Männer

im Alter von	Respirat.-Werte	pro kg	pro Stunde
22—56 J.	CO_2 Abg.	0,35	11,6
	O_2 Verbr.	0,224	7,14
70—77 J.	CO_2 Abg.	0,29	9,18
	O_2 Verbr.	0,185	5,88

II. Frauen

im Alter von	Respirat.-Werte	pro kg	pro Stunde
17—40 J.	CO_2	0,38	11,75
	O_2	0,244	7,26
71—86 J.	CO_2	0,33	9,79
	C_2	0,217	6,24

Aus dieser Aufstellung sind sofort die allgemein vorhandenen geringeren Werte der alten Personen sowohl für CO_2-Abgabe wie für O_2-Verbrauch abzulesen. Berechnet man auch hier wieder die Prozentzahl, so betragen die Werte der untersuchten Greise 82 bis 83 %, die der Greisinnen 83—88 % von jenen Werten, die bei den Vergleichspersonen im mittleren Lebensalter ermittelt wurden.

Eine weitere Vervollkommnung finden wir in den bei Landois-Rosemann auf Grund zahlreicherer und exakter Untersuchungen aufgestellten Tabellen des normalen Stoffwechsels, wo die Werte für den Kalorienverbrauch sich unter Berücksichtigung von Standardzahlen für Körpergröße und Gewicht berechnen lassen. Wählen wir z. B. einen Mann von 70 kg Gewicht und 170 cm Länge, so ergeben sich an Kalorien:

1647 im Alter von 40 J. und 1455 im Alter von 70 J.

und für eine Frau von 70 kg und 170 cm Länge:

1477 im Alter von 40 J. 1333 im Alter von 70 J.

Beim Mann also mit 70 Jahren 87,7 % und bei der Frau 90,3 % dessen, was mit 40 Jahren umgesetzt wurde. Standardzahlen für das Alter über 70 fehlen jedoch in dieser Tabelle.

Ein Teil der angeführten Versuchsergebnisse gibt uns gleichzeitig einen Hinweis auf das unterschiedliche Verhalten der

Geschlechter. Bei Landois-Rosemann lesen wir, daß der Sauerstoffverbrauch im Greisenalter bei Männern 11 % mehr betragen soll, als bei Frauen. Ähnliches wird von anderen Autoren angeführt, ohne daß nähere Angaben darüber vorliegen, ob dabei Feststellungen unter Berücksichtigung von Gewicht, K. O., Blutdruck u. a. erfolgten.

In einer 1928 erschienenen Arbeit von H. v. Hoesslin werden für den Mann unter Benutzung der Standardzahlen von Aub und Dubois folgende Zahlen aufgestellt:

	Grundumsatz pro m^2	
Alter	in 1 Stunde	im Tag
Neugeborenes	28	672
5 J.	60	1440
10—12 J.	54	1296
17 J.	43	1032
20—40 J.	39,5	948
50—60 J.	37,5	900
70—80 J.	35,5	852
ein 80jähr.	27,9	670

Vergleicht man die gefundenen Zahlen für das Alter von 70—80 mit denen von 20—40, so erreichen die der Greise 89 %, die des einen 80jährigen nur 70,6 % des Wertes der Männer zwischen 20 und 40.

Einen weiteren Beitrag liefern die von Loewenstein und Schwartz ermittelten Ergebnisse von Stoffwechseluntersuchungen an gesunden alten Männern, die zu dem Zwecke angestellt wurden, um Beziehungen zwischen Grundumsatz und endokriner Hodenfunktion festzustellen. Dabei wird auch das Verhalten der spezifisch-dynamischen Steigerung berücksichtigt.

Alter	Grundumsatz	spez.-dynamische Steigerung	
		nach 1 Std.	nach 2 Std.
65	+ 3,4 %	2,3 %	13,7 %
66	+ 7,3 %	26 %	21,1 %
70	+ 18,4 %	12 %	—
74	— 1,9 %	8,7 %	20,4 %
83	— 0,92 %	—	—
84	— 12 %	22,8 %	31,0 %

Die Ergebnisse der spezifisch-dynamischen Eiweißwirkung sollen später besprochen werden. Bezüglich des Grundumsatzes sehen wir hier bei den 3 Ältesten Unterwerte, bei den übrigen

Steigerungen. Mit 2 Ausnahmen fallen diese Schwankungen in den Bereich des Normalen, da man nach Benedikt und Harris allgemein Variationen bis zu ± 10 % noch als physiologisch ansieht. Nach neueren Erfahrungen sind jedoch auch Werte von — 12 und + 18 — zumal als Produkte einmaliger Untersuchung — noch keineswegs als krankhafte Steigerungen anzusehen.

Der Durchschnittswert der 6 Greise beträgt + 14,3 %, übersteigt also nach bisherigen Anschauungen die Grenze des »Normalen«. Als statistisches Material ist jedoch diese Aufstellung kaum zu verwerten, in der eine einzige Versuchsperson den Durchschnitt so erheblich verändern kann.

Das Gleiche gilt auch für die von dem Oxforder Wolf veröffentlichten Stoffwechselergebnisse, der 5 Greise untersuchte. Die Greise waren alle in gutem Gesundheitszustand, die Versuche wurden mit dem Benedikt'schen Apparat ausgeführt. Es fanden sich bei allen Personen Steigerungen des Grundumsatzes:

Alter	Grundumsatz
72 J.	+ 5 %
74 J.	+ 5 %
79 J.	+ 9 %
89 J.	+ 15 %
89 J.	+ 26,2 %

Auf Grund dieser Feststellungen glaubt der Verfasser gefunden zu haben, daß im höheren Alter die Grundumsatzwerte höher liegen, als die Standardzahlen Benedikts zulassen. Auch hier sind wieder die Steigerungen von 15 und 26,2 % auffällig, für die keine pathologische Ursache gefunden werden konnte.

Eine größere Zahl von stoffwechseluntersuchten Greisen finden wir in einer Arbeit von Mosler und Edelstein veröffentlicht. Sie untersuchten 9 gesunde Greise über 70 J. ohne Blutdrucksteigerung und verglichen die gefundenen Werte mit den nach Benedikt berechneten Werten für das 50. Lebensjahr.

Alter	Grundumsatz	Vergleich geg. d. 50. Lebensjahr
71 J.	+ 2,7 %	— 7,4 %
71 J.	+ 8,6 %	+ 1,0 %
72 J.	+ 6,0 %	— 5,5 %
72 J.	+ 8,0 %	— 0,4 %
75 J.	+ 3,0 %	— 8,1 %
78 J.	— 9 %	— 16,4 %
79 J.	— 6,0 %	— 17,6 %
82 J.	+ 10 %	— 4,7 %
84 J.	+ 1,0 %	— 14,5 %

Aus den von Mosler und Edelstein daran geknüpften Schlußfolgerungen entnehmen wir folgendes: 1. »Das Alter übt als solches auf den Grundumsatz, mit den Standardzahlen des 50. Lebensjahres verglichen, eine Erniedrigung aus.« Diese Erniedrigung erlangt jedoch erst jenseits des 78. Lebensjahres eine wesentliche Größe. 2. »Der Grundumsatz ist im Senium normal, d. h. den Tabellen von Benedikt entsprechend, bei allen Fällen mit normalem Blutdruck ohne Beschwerden vonseiten des Herz- und Gefäßapparates.

Darnach sind diese Autoren der Ansicht, daß Steigerungen des Grundumsatzes, falls sich andere Momente für ihre Entstehung nicht finden lassen, als pathognomisch für das Vorhandensein von Arteriosklerose mit Nierenbeteiligung anzusprechen sind.

Auf den Durchschnitt berechnet, sinkt nach dieser Tabelle der Grundumsatz im Alter von 70—84, verglichen mit den Standardwerten des 50. Lebensjahres, um 8,2 %: oder umgekehrt, er beträgt 91,8 % der Benedikt'schen Normalwerte für Fünfzigjährige. Die Umsatzsteigerung der 9 Greise beträgt im Mittel + 2,7 %.

Gegenüber diesen vergleichenden, für den normalen Grundumsatz der Greise angegebenen Werten sind über ein dem höheren Alter etwa eigenes Verhalten der spezifisch-dynamischen Eiweißwirkung bisher nur ganz unvollkommene Mitteilungen erschienen. Es ist ja die Frage nach dem Zustandekommen dieser Wirkung noch lange nicht hinreichend geklärt und daher Ergebnisse über die Eiweißwirkung in einzelnen Teilgebieten auch nicht zu erwarten. In der früher angeführten Arbeit von Plaut und Timm heißt es, daß im Alter die spezifisch-dynamische Wirkung, solange der Kräfte- und Ernährungszustand in Ordnung sind, unverändert bleibt. Ein ausgedehnteres Material mit Vergleichwerten, das Anspruch auf Vollständigkeit hat, dürfte zurzeit noch nicht vorliegen.

Die nun folgenden Untersuchungen an der Rostocker Medizinischen Universitätsklinik über den Stoffwechsel im Greisenalter beziehen sich auf die Feststellung des Gaswechsels, insbesondere des respiratorischen Grundumsatzes und dessen spezifisch-dynamische Beeinflussung durch Eiweißnahrung (Standardkost, bestehend aus 200 g Rindfleisch in 50 g Butter gebraten und 100 g Weißbrot), nach deren Verabfolgung der respiratorische Gaswechsel nach Ablauf von 1, 2, 3 und eventuell

4 Stunden wieder geprüft wurde. Die Versuchspersonen waren über 70 Jahre alt und »stoffwechselgesund«. Das heißt, da das Material aus hiesigen Kliniken bezogen werden mußte, wurden neben selbstverständlichem Ausschluß von Stoffwechselkranken (Diabetes, Krebs, Thyreoidea-Affektionen u. a.) nur solche Patienten ausgewählt, deren Krankheit keinen Einfluß auf den Umsatz hatte, oder die bereits geheilt waren. Außerdem wurde darauf geachtet, daß nicht etwa das Vorhandensein von Temperatursteigerungen, Hypertonie, psychischen Alterationen usw. das Versuchsergebnis beeinflußte. Die Versuche begannen morgens nach gut 12stündiger Nüchternheit. Die technische Ausführung geschah mit dem Knipping'schen Apparat, die Berechnung erfolgte unter Zugrundelegung der Standardzahlen von Benedikt. Die Ausführung der Versuchstechnik bot insofern Schwierigkeiten, als ab und zu durch Zahnlosigkeit der alten Leute und dadurch bedingte schlechte Haltung des Mundstücks Fehlerquellen entstanden, andererseits die Probemahlzeit manchmal nur zum geringen Teil verzehrt werden konnte. Solche Fälle sind in den folgenden Ergebnissen fortgelassen. Nebenher wurde im Anschluß an das Vorgehen der meisten genannten Stoffwechselforscher eine Reihe gesunder Personen im Alter von 20—26 Jahren auf ihren Grundumsatz hin untersucht und von ihnen 10 auch auf die spezifisch-dynamische Eiweißwirkung, um gegenüber den bei den Greisen gefundenen Werten einen Vergleichsmaßstab zu schaffen. Zunächst erfolgt eine Aufstellung des Verhaltens des Grundumsatzes der alten Versuchspersonen:

Nr.	Name Geschl.	Alter	kg	O_2	CO_2	RQ	Ist-Ums.	Soll-Umsatz	Grund-Umsatz
1.	L. B. m.	67	57,7	184,43	167,75	0,90	1320	1230	+ 7 %
2.	E. Z. m.	70	58	164,78	138,09	0,83	1163	1207	— 3 %
3.	F. B. m.	70	54	172,04	139,84	0,81	1209	1153	+ 5 %
4.	E. S. m.	71	61,5	189,27	178,13	0,94	1364	1308	+ 4 %
5.	F. K. m.	71		159,74	152,43	0,84	1153	1244	— 7 %
6.	A. B. w.	72	80,5	191,43	167,73	0,87	1361	1343	+ 1 %
7.	G. L. m.	73	60	179,14	149,89	0,83	1264	1235	+ 2 %
8.	H. K. m.	74		219,54	175,99	0,80	1541	1496	+ 3 %
9.	W. J. m.	74	65	187,33	175,41	0,88	1406	1324	+ 6 %
10.	A. M. w.	75	39	162,83	131,73	0,80	1143	997	+ 14 %
11.	A. J. m.	76	65	195,51	180,78	0,92	1403	1232	+ 14 %
12.	H. H. m.	76	69	169,59	144,97	0,85	1202	1310	— 8 %
13.	A. R. m.	77	62	179,24	166,37	0,92	1286	1193	+ 8 %
14.	M. B. w.	78	50	155,64	123,41	0,79	1091	1119	— 2,5 %
15.	H. K. m.	78	72	236,33	201,42	0,85	1673	1517	+ 10 %
16.	F. A. m.	81	62,5	184,06	166,39	0,90	1317	1228	+ 7 %
17.	H. P. m.	82	65	208,97	182,27	0,87	1487	1185	+ 25 %
18.	W. H. w.	83	44	145,42	119,65	0,82	1025	968	+ 6 %
19.	L. K. w.	85	44	138,25	103,46	0,74	959	964	+ 0,5 %
20.	H. B. m.	85	82	200,68	172,01	0,85	1422	1395	+ 2 %

Danach ergibt sich bei 13 von den 20 Untersuchten eine Steigerungdes Grundumsatzes von + 0,5 bis + 10 % und bei 3 eine solche von 14,14 und 25 %. Bei den übrigen 4 sehen wir Senkungen zwischen — 2,5 und — 8 %. Nimmt man mit Benedikt, Harris u. a. eine Variationsbreite von ± 10 % beim Stoffwechselgesunden als physiologisch an, so fallen von den 20 Greisen die 3 mit den Steigerungen zwischen 14 und 25 % aus dem Rahmen der Norm. Da bei diesen, ebensowenig wie bei den übrigen, weder eine Blutdruck- oder Temperatursteigerung, noch sonst eine Ursache der Stoffwechselsteigerung gefunden wurde, darf man annehmen, daß es sich bei diesen um solche Fälle handelte, wie sie auch anderen Stoffwechseluntersuchern begegnet sind (vgl. z. B. die Aufstellung von Wolf-Oxford Seite 14) und die in ihrer Ausnahmestellung vielleicht nichts anderes sind, als jene individuellen übernormalen Leistungen und Verhältnisse auf funktionellem oder organischem Gebiet, also in unserem Falle eine gesteigerte Stoffwechselaktivität. Derartige Erscheinungen sind ja bei näherer Betrachtung weit häufiger, als sie anfangs erscheinen mögen; sie werden auch keineswegs ins Gebiet des Krankhaften verwiesen, sondern dokumentieren lediglich die Mannigfaltigkeit lebendiger Natur. Daß eine solche Abnormität bezüglich des Stoffwechsels besonders in einem Lebensabschnitt auftritt, in dem nach erfolgter »Revolution« der Abbau den Aufbau überwiegt und eine erhebliche Umstellung der Gesamt-Stoffwechselverhältnisse stattfindet, erscheint durchaus möglich. In unserem Falle ist nun der Durchschnittswert von hauptsächlicher Bedeutung.

Seine Berechnung ergibt:

O_2	CO_2	RQ	Ist-Umsatz	Soll-Umsatz	Grund-Umsatz
181,12	156,88	0,86	1289	1232	+ 4,8 %

Der mit einer Steigerung von + 4,8 % gefundene durchschnittliche Grundumatz unserer Greise entspricht also durchaus dem normalen Werte Benedikt-scher Tabellen.

Um den Vergleich der 20 alten Leute mit solchen mittleren Alters zu ermöglichen, folgt jetzt die Tabelle einer gleichen Anzahl stoffwechselgesunder Männer und Frauen zwischen 20 und 46 Jahren.

Nr.	Name Geschl.	Alter	kg	O_2	CO_2	RQ	Ist-Ums.	Soll-Umsatz	Grund-Umsatz
1.	F. B. m.	20	63,5	254,39	241,27	0,94	1834	1710	+ 7 %
2.	G. S. m.	22	68	194,36	185,32	0,95	1403	1508	— 7 %
3.	D. H. w.	24	53	202,11	177,01	0,88	1433	1350	+ 6 %
4.	R. F. m.	25	65	254,14	239,94	0,92	1824	1713	+ 6 %
5.	E. O. w.	26	66	223,63	166,12	0,74	1551	1481	+ 5 %
6.	A. J. w.	26	58	202,25	137,78	0,67	1383	1378	+ 0,4 %
7.	G. P. m.	27	61	237,87	211,44	0,88	1696	1604	+ 6 %
8.	E. D. w.	27		222,93	185,16	0,83	1573	1545	+ 2 %
9.	W. N. m.	27	72,9	260,61	247,18	0,94	1878	1808	+ 4 %
10.	P. S. m.	31	64	236,08	186,14	0,78	1650	1634	+ 0,9 %
11.	A. S. m.	31	61,5	235,05	192,82	0,82	1657	1564	+ 6 %
12.	E. M. w.	33	73,5	209,97	182,22	0,86	1490	1513	— 2 %
13.	A. M. w.	34	61,5	189,69	175,94	0,92	1361	1399	— 3 %
14.	V. B. w.	34	78	233,47	224,32	0,96	1690	1568	+ 8 %
15.	H. P. m.	37	64,3	228,42	231,08	1,0	1667	1589	+ 4,8 %
16.	A. S. m.	41	63	227,48	206,80	0,90	1628	1517	+ 7 %
17.	F. S. w.	44	74,5	206,94	165,18	0,79	1450	1468	— 1,2 %
18.	K. K. m.	44	82	255,71	224,53	0,87	1820	1885	— 2 %
19.	H. W. m.	46	67	234,39	176,71	0,75	1629	1504	+ 8 %
20.	S. D. m.	46	80	213,25	193,03	0,90	1526	1506	+ 1 %

Die Grundumsatzwerte dieser Aufstellung überschreiten mit ihren Abweichungen von — 7 bis + 8 % weder nach oben noch nach unten die allgemein eingeräumte Variationsbreite. Da auch hier die Steigerungen überwiegen, ergibt die Durchschnittsberechnung für das Alter zwischen 20 und 46 Jahren folgende Werte:

O_2	CO_2	R. Q.	Ist-Umsatz	Soll-Umsatz	Grund-Umsatz
226,03	192,69	0,88	1607	1572	+ 2,84 %

Daraus ergibt sich, daß auch in diesem Falle der Durchschnitt mit + 2,84 % durchaus dem Standardwert nach Benedikt entspricht. Mit + 4,8 % bezw. + 2,84 % Steigerungen sind also die bei beiden Serien von je 20 Versuchspersonen resultierenden Durchschnittsergebnisse normal.

Hält man nun die Durchschnittswerte beider Serien gegeneinander, so sieht man folgendes Bild:

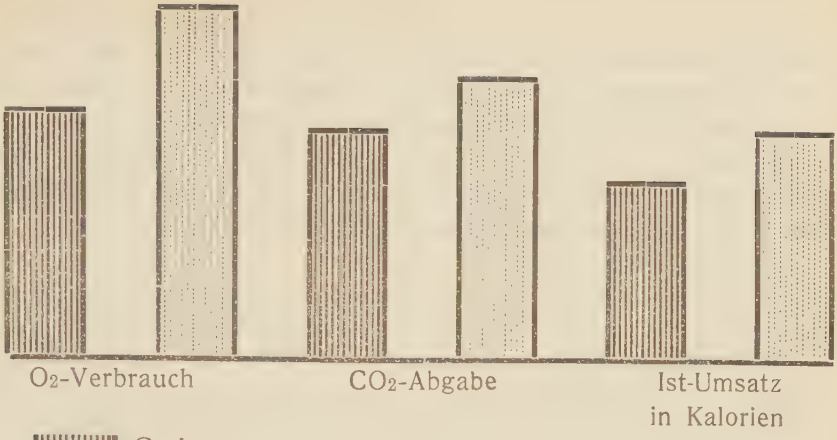
	O_2	CO_2	R. Q.	Ist-U.	Soll-U.	Grund-Umsatz
22—46 J.	226,03	192,69	0,88	1607	1572	+ 2,84 %
66—85 J.	181,12	156,88	0,86	1289	1232	+ 4,8 %
Differenz:	44,91	35,81		318	340	

Der R. Q. ist im arithmetischen Mittel mit 0,87 bei beiden praktisch gleich. Prozentual ausgedrückt verhalten sich die übrigen Werte folgendermaßen zueinander:

Bei den Alten beträgt

O_2	CO_2	Ist-Umsatz	Soll-Umsatz
80,1 %	81,4 %	80,2 %	79,3 %

jener Werte, die bei den Jüngeren gefunden wurden. Graphisch dargestellt, bietet sich demnach folgendes Bild, aus dem die Differenzen des O_2-Verbrauchs, der CO_2-Abgabe und des Ist-Umsatzes klar hervorgehen:



Es kann also weiterhin festgestellt werden:

Der Stoffwechsel beträgt im Greisenalter inbezug auf O_2-Aufnahme, CO_2-Abgabe und Kalorienbedarf, verglichen mit entsprechenden Werten von Versuchspersonen zwischen 20 und 46 Jahren, rund 80 % der bei den Jüngeren gefundenen Zahlen.

Somit befinden sich die vorliegenden Untersuchungsergebnisse in Übereinstimmung mit den Resultaten der meisten Stoffwechselautoren, die ihrerseits angaben, daß im Alter der Stoffwechsel um 15—25 % sinkt. Betrachten wir nun noch das Verhalten der beiden Geschlechter inbezug auf den respiratorischen Umsatz, so sehen wir bei der Durchschnittsberechnung nach Tabelle I:

bei den Greisinnen:

O_2	CO_2	R. Q.	Ist-Umsatz	Soll-Umsatz	Grund-Umsatz
158,71	129,19	0,84	1115	1078	+ 3,8 %

und bei den Greisen:

188,69	166,11	0,87	1348	1274	+ 5 %

also eine Differenz um

O_2	CO_2	Ist-Umsatz	Soll-Umsatz
29,98	36,92	233	196

oder prozentual ausgedrückt beläuft sich der Umsatz der alten Frauen auf: 15,8 % O_2, 22,2 % CO_2, 17,3 % vom Ist-Umsatz weniger als die gleichartigen Werte der alten Männer. Also Verminderung um 15—20 %. Wie wir früher gesehen haben, geben

Landois-Rosemann einen geringeren Sauerstoffverbrauch bei den weiblichen alten Leuten um 11 % an. Der ziemlich starke Unterschied wird nur teilweise durch die physiologisch vorhandenen größeren Werte an Körpergewicht und -größe erklärt, denn wir sehen bei einer gleichen Berechnung der Durchschnittszahlen bei den Jüngeren weit kleinere Differenzen. Es beträgt nämlich bei den Personen zwischen 20 und 46 Jahren von Tabelle I

für die Frauen:

O_2	CO_2	R. Q.	Ist-Umsatz	Soll-Umsatz	Grund-Umsatz
211,25	176,42	0,83	1491	1462	+ 1,9 %

und für die Männer:

236,09	203,35	0,84	1684	1645	+ 3,42 %

also eine Differenz von

O_2	CO_2	Ist-Umsatz	Soll-Umsatz
24,84	26,93	193	183

oder prozentual ausgedrückt haben diese Frauen 10,5 % O_2, 13,2 % CO_2, 11,4 % Ist-Umsatz weniger als die Männer. Um diese Verhältnisse deutlicher zu machen, sollen jetzt einmal beide Geschlechter für sich betrachtet, d. h. bei jedem die Zahlen der jüngeren und der älteren Reihe miteinander verglichen werden. Dabei sehen wir:

O_2	CO_2	Ist-Umsatz	
236,09	203,35	1648	20—46 J. (m.)
188,69	166,11	1348	66—85 J. (m.)
47,40	37,24	300	Differenz
20,08 %	18,33 %	18,2 %	Prozent

und bei den Frauen:

O_2	CO_2	Ist-Umsatz	
211,25	176,42	1491	20—46 J.
158,71	129,19	1115	70—85 J.
52,54	47,23	376	Differenz
24,87 %	26,77 %	25,21 %	Prozent.

Greifen wir z. B. das Verhalten des Ist-Umsatzes heraus, so sehen wir bei den Männern eine Differenz von 18,2 % zwischen Alten und Jungen, dagegen bei den Frauen eine solche von 25,21 %. Nach diesen Aufstellungen hat es den Anschein, als ob der Stoffwechselunterschied zwischen Alt und Jung bei Frauen größer ist als bei den Männern. Die Zahl der untersuchten Personen,

besonders die der Frauen, ist jedoch, getrennt nach Geschlechtern, zu gering, um diese speziellere Frage des vorliegenden Themas hinreichend mit genügend Beweiskraft zu beantworten.

Es folgt jetzt eine Aufstellung der Untersuchungsergebnisse der spezifisch-dynamischen Eiweißwirkung bei 14 Leuten zwischen 66 und 85 Jahren.

Während über den Ruhe-Nüchternwert des respiratorischen Stoffwechsels im Alter zahlreiche — wenn auch zahlenmäßig meist unzureichende — Untersuchungen angestellt wurden, läßt uns bezüglich der spezifisch-dynamischen Eiweißwirkung die Literatur fast völlig im Stich. Dies hat seinen Grund darin, daß das Hauptinteresse sich zunächst der Ergründung des eigentlichen Zustandekommens dieser Eiweißwirkung zuwendet, die in ihren einzelnen Faktoren noch nicht restlos geklärt ist. Daß einzelne Spaltprodukte des Eiweiß (Alanin, Asparagin, Glutaminsäure) und die Synthese des Aminosäurerestes zu Zucker dabei eine wesentliche Rolle spielen, darf wohl als erwiesen gelten (Reinwein, Geelmuyden), doch hält man die Mitwirkung anderer Faktoren für das Zustandekommen der Umsatzsteigerung für sehr wahrscheinlich. Andererseits haben Ermittelungen über den Stickstoffhaushalt im höheren Alter überhaupt keine Abweichung von den Werten früherer Altersabschnitte gezeigt und somit keine Stütze für die oft geäußerte Ansicht geboten, daß dem Eiweißansatz des wachsenden Individuums und dem auffallend konstanten Stickstoffhaushalt des Erwachsenen ein Eiweißabbau im Senium entspreche. — Über die spezifisch-dynamische Eiweißwirkung im Senium heißt es in der früher angeführten Arbeit von Plaut und Timm, daß diese im Alter, solange der Kräfte- und Ernährungszustand in Ordnung ist, kein verändertes Verhalten zeigt. — Die bei Behandlung des Themas »Beziehungen des Grundumsatzes zur endokrinen Hodenfunktion« von Loewenstein und Schwartz angeführten Stoffwechselwerte zeigen folgendes Verhalten:

Alter	Grundumsatz	Spezifisch-dynamische Wirkung nach 1 Std.	nach 2 Std.
65	+ 3,4	+ 2,3	+ 13,7
66	+ 7,3	+ 26,0	+ 21,1
70	+ 18,4	+ 12,0	—
74	— 1,9	+ 8,7	+ 20,4
84	— 12	+ 22,8	+ 31,0

Diese Tabelle bietet bei der Inkonstanz des Grundumsatzes und der geringen Zahl der Versuchspersonen (es sind hier nur die für unsere Frage brauchbaren gesunden Greise herausgenommen) keine Möglichkeit, auf spezifisch-dynamische Steigerungen irgendwelche bindende Schlüsse zu ziehen.

Was das Verhalten der spezifisch-dynamischen Eiweißwirkung ganz allgemein anbelangt, so scheint darüber Übereinstimmung zu herrschen, daß das Maximum derselben nach ungefähr $1^1/_2$ Stunden erreicht wird, daß dieses Maximum um 20 % herum balanziert, und daß oft zwischen der Höhe des Grundumsatzes und der spezifisch-dynamischen Steigerung eine umgekehrte Proportionalität herrscht (Hans Curschmann, K. Bahn u. a.).

Die jetzt folgende Aufstellung ist das Resultat von Untersuchungen an 14 Greisen und Greisinnen. Ein Teil der auf den Grundumsatz Untersuchten mußte für diese Tabelle ausfallen, da, wie schon erläutert, Fehlerquellen entstanden waren. Als Testwert schließt sich eine Tabelle über spezifisch-dynamische Wirkung bei 10 gesunden Personen mittleren Alters an.

Nr.	Name Geschl. Alter	R. Q.	Ist-Ums.	Soll-Ums.	Grund-Umsatz	Ist-Umsatz ± % nach 1 Stunde	Ist-Umsatz + % nach 2 Stunden	Ist-Umsatz ± % nach 3 Stunden
1.	L. G. m. 67	0,90	1320	1230	+ 7 %	1419 + 7,5 %	1483 + 12,3 %	1340 + 1,5 %
2.	E. Z. m. 70	0,83	1163	1207	— 3	1112 — 4,3	1262 + 8,5	1378 + 18,4
3.	P.W. m. 70	0,93	1393	1473	— 5	1612 + 15,7	1589 + 14	1420 + 1,9
4.	F. K. m. 71	0,84	1153	1244	— 7	1513 + 31,2	1484 + 28,7	1462 + 26,8
5.	E. S. m. 71	0,94	1364	1308	+ 4	1129 — 17,2	1380 + 1,1	1286 — 5,7
6.	G. L. m. 73	0,83	1264	1235	+ 2	1397 + 10,7	1491 + 17,9	1331 + 5,3
7.	W. J. m. 74	0,88	1406	1324	+ 6	1448 + 2,9	1475 + 4,9	1568 + 11,5
8.	A. M. w. 75	0,80	1143	997	+ 14	1226 + 7,2	1335 + 16,7	1230 + 7,6
9.	A. J. m. 76	0,92	1403	1232	+ 14	1573 + 12,1	1253 — 10,6	1420 + 1,3
10.	P. O. m. 76	0,86	1306	1235	+ 6	1458 + 11,6	1572 + 20,3	1657 + 26,8
11.	M. B. w. 78	0,79	1091	1119	— 2,5	1204 + 10,3	1114 + 2,1	1093 + 0,1
12.	F. A. m. 81	0,90	1317	1228	+ 7	1431 + 8,6	1526 + 15,8	1337 + 1,5
13.	H. P. m. 82	0,87	1487	1185	+ 25	1488 + 0,06	1731 + 16,4	1629 + 9,5
14.	L. K. w. 85	0,74	959	964	+ 0,5	957 + 0,2	1044 + 8,8	1036 + 8
1.	W.B. m. 22	0,94	2006	1967	+ 2 %	2295 + 14 %	2318 + 15 %	2294 + 14 %
2.	S. S. m. 22	0,95	1403	1508	— 7	1621 + 15	1809 + 29	1545 + 10
3.	F. K. w. 24	0,81	1321	1293	+ 2	1605 + 21,49	1602 + 21,27	1620 + 22,63
4.	A. O. m. 24	0,93	1843	1665	+ 11	2143 + 16	2181 + 18	1945 + 5
5.	O. S. m. 27	0,72	2102	2003	+ 5	2427 + 15	2660 + 26	2249 + 7
6.	E.W. w. 32	0,90	1351	1408	— 4	1143 + 15,3	1755 + 29,9	1448 + 7,1
7.	M. D. w. 37	0,77	1526	1385	+ 10	1718 + 12	1795 + 17	1833 + 20
8.	K. K. m. 44	0,87	1820	1885	— 2	2054 + 12,8	2135 + 17,3	2222 + 22
9.	R. J. m. 52	0,86	1439	1387	+ 4	1656 + 15	1766 + 23	1714 + 19
10.	M. O. w. 56	0,80	1102	1082	+ 1,8	13,15 + 19,3	1341 + 21,6	1336 + 21,2

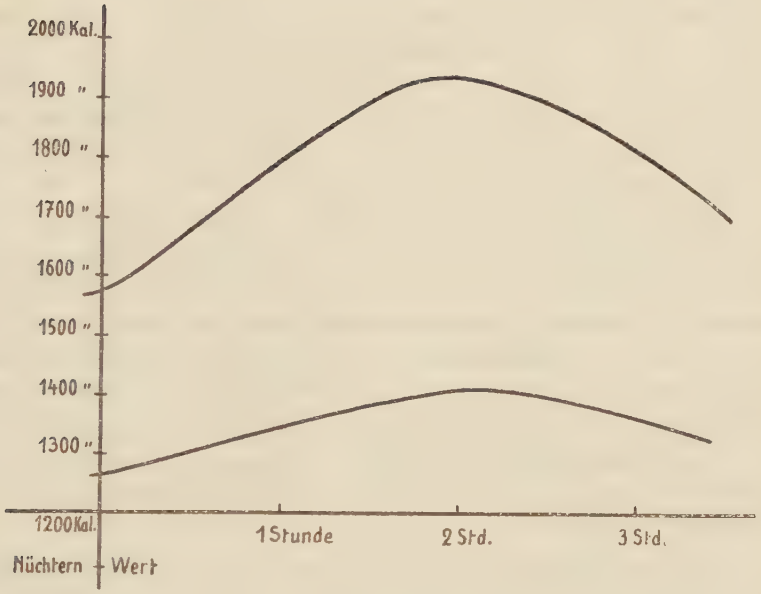
Die Werte der spezifisch-dynamischen Steigerungen in Tabelle III zeigen ein ziemlich wechselndes Verhalten. Während im Durchschnitt nach der 1. Stunde eine Steigerung von 6,86 % auftritt, erreicht sie ihren Höhepunkt in der 2. Stunde mit durchschnittlich 11,6 % und geht nach 3 Stunden auf 6,9 % zurück. Dieses Verhalten zeigt qualitativ kein Abweichen von dem Bilde des Gewohnten; denn, wie vorher erwähnt, liegt auch nach Feststellungen anderer der Höhepunkt in der 2. Stunde, wie auch die entsprechenden Resultate aus Tabelle IV mit einem durchschnittlichen Übergehen von 15,58 über 21,8 auf 14,79 % den gleichen Verlauf zeigen. Im einzelnen sehen wir bei den Alten: in 3 Fällen geringe Senkung nach der 1. Stunde, in einem davon wieder einer nach der 3., nach 2 Stunden in einem Falle mit + 14 % Grundumsatz eine Senkung auf — 10 %. Das sonstige Verhalten geht aus der Gegenüberstellung der Durchschnittswerte aus den beiden Tabellen hervor.

Die Steigerungen der jüngeren Versuchspersonen zeigen im ganzen ein weit ausgeglicheneres Verhalten, Verminderungen sieht man hier garnicht.

Der quantitative Unterschied im Verhalten der alten und der jungen Leute geht aus der folgenden zahlenmäßigen und graphischen Gegenüberstellung deutlich hervor.

Durchschnittliche Werte der spezifisch-dynamischen Eiweißwirkung aus Tabelle III und IV:

		67—85 J.	20—56 J.
Nüchtern-Wert	Ist-Umsatz	1269	1571
	Grund-Umsatz	4,8 %	2,28 %
Nach 1 Stunde	Ist-Umatz	1340	1797
	± %	6,86 %	15,09 %
Nach 2 Stunden	Ist-Umsatz	1409	1936
	± %	11,2 %	21,8 %
Nach 3 Stunden	Ist-Umsatz	1370	1820
	± %	6,95 %	14,79 %



Erklärung der Kurven.

Die obere Kurve stellt den Verlauf der spezifisch-dynamischen Steigerung der jüngeren Leute dar, die untere die der Greise. Die obere beginnt mit 1571 Kal. Ruhe-Nüchternwert und steigt nach 2 Stunden auf eine Höhe von 1936 Kal., um nach 3 Stunden auf 1820 Kal. zurückzugehen. — Die untere zeigt den Beginn bei 1269 Kal. Nüchtern-Umsatz und ein Ansteigen auf 1409 Kal. nach 2 Stunden. Die in der oberen Kurve erreichte Höhe von ihrem Anfangs-Fußpunkt ist also mehr als doppelt so groß wie die entsprechende der unteren.

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß die Reaktion des respiratorischen Gaswechsels auf die Zufuhr der Eiweiß-Standardkost bei den Greisen durchschnittlich eine wesentlich schwächere ist als die bei den Personen im Alter von 20—56 Jahren. Diese schwächere spezifisch-dynamische Steigerung bleibt auf deren Höhepunkt, also in der 2. Stunde, um fast die Hälfte gegenüber derjenigen zurück, die wir bei den jüngeren Versuchspersonen sehen.

Zusammenfassung.

Zur Feststellung des Stoffwechsels im Greisenalter wurden 20 stoffwechselgesunde männliche und weibliche Personen im Alter zwischen 67 und 85 Jahren auf ihren respiratorischen Gaswechsel und dessen spezifisch-dynamische Steigerung durch Eiweißkost hin untersucht. Zum Zwecke des Vergleichs erfolgten die gleichen Untersuchungen an einer Serie gesunder jüngerer Personen beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 20 und 56 Jahren.

Die Ergebnisse sind:

1. Der Stoffwechsel zeigte bei den Greisen sowohl inbezug auf den Nüchternumsatz als auch auf dessen spezifisch-dynamische Steigerung durch Eiweißzufuhr im einzelnen ein wechselvolleres und unregelmäßigeres Verhalten als bei den jüngeren Leuten.

2. Der Grundumsatz von 20 untersuchten Greisen befand sich mit einem Durchschnitt von + 4,8 % Steigerung in Übereinstimmung mit den Standardwerten der Benedikt'schen Tabellen.

3. Der Stoffwechsel der Alten, bezogen auf O_2-Verbrauch, CO_2-Abgabe und Ist-Umsatz-Kalorien, betrug rund 20 % weniger als bei den jüngeren.

4. Der Stoffwechsel erreichte bei den Männern höhere Werte als bei den Frauen. Der Unterschied zwischen Alt und Jung war also bei Frauen größer als bei Männern.

5. Die spezifisch-dynamische Wirkung der Eiweißmahlzeit auf den Gaswechsel ergab bei 14 Greisen geringere Steigerungen als bei den jüngeren Vergleichspersonen. Der Verlauf der Steigerungskurve ist im wesentlichen bei beiden derselbe; der Gipfelpunkt wird gegen Ablauf der 2. Stunde nach der Eiweißaufnahme erreicht.

Literatur.

Bauer, J.: Innere Sekretion. 1927.

Curschmann, H.: Altern und Alterskrankheiten. Neue Deutsche Klinik. Bd. I. 1928. S. 314.

Grafe, E, u Gründal, F.: Untersuchungen zur Frage des Gesamt-Stoffwechselzentrums. Verhandl. d. D. Ges. f. inn Med. XII Kongress Wiesbaden 1929.

Heyer: Der Stickstoffhaushalt im Greisenalter. Dt. Arch. f. klin. Med. Bd. 138. 1921. H. 1/2. S. 76.

v. Hoesslin, H.: Einfluss von Ernährungszustand, gewohnter Arbeitsleistung und Alter auf die Höhe des Grundumsatzes. Arch. f. Hygiene. Bd. 99. H. 3/4 1928.

Kestner, O.: Variationen des Stoffwechsels. Verhandl. d. Ges. f. Verdauungs- u. Stoffwechselkrankh. (Sonderabdr. v. Tag. in Wien 1925.)

Knipping, H. W., u. Kowitz, H. L.: Klin. Gasstoffwechseltechnik. 1928.

Loewenstein u. Schwartz: Über die Beziehungen des Grundumsatzes endokriner Hodenfunktion. Wien. Arch. f. inn. Med. Bd. 15. H. 1. 1928.

Mosler, E., u. Edelstein, M.: Hypertonie, Grundumsatz u. Arteriosklerose im Alter. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie Bd. 35. H. 4. 1928.

Plaut, R.: Gaswechseluntersuchungen bei Fettsucht. D. Arch. f. klin. Med. 1923.

Plaut, R., u Timm, H.: Über den Einfluss der Keimdrüsen auf den Stoffwechsel. Klin. Wochenschr. Jahrg. 3. Nr. 37. 1924.

Reinwein, H.: Studien über den Mechanismus der spezifisch-dynamischen Eiweisswirkung. Dt. Arch. f. klin. Med. Bd. 160. H. 5/6. 1928.

Schlesinger, H.: Die Krankheiten des höheren Lebensalters. 1914.

Wolf, Charles, u. Lewis, George; Basal metabolic rate in advanced age. Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 27. 1929.

Lebenslauf.

Ich bin am 18. November 1907 in Sagard a. Rügen geboren. Mein Vater ist praktischer Arzt. Im Frühjahr 1926 bestand ich die Reifeprüfung am Gymnasium zu Stralsund und studierte danach 10 Semester Medizin an den Universitäten Würzburg, Innsbruck, Rostock. Das medizinische Staatsexamen bestand ich im April 1931 in Rostock.